



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **06344283 A**(43) Date of publication of application: **20 . 12 . 94**

(51) Int. Cl

**B25J 13/08**  
**B25J 17/00**  
**B25J 19/00**  
**F15B 11/16**  
**G05D 3/00**

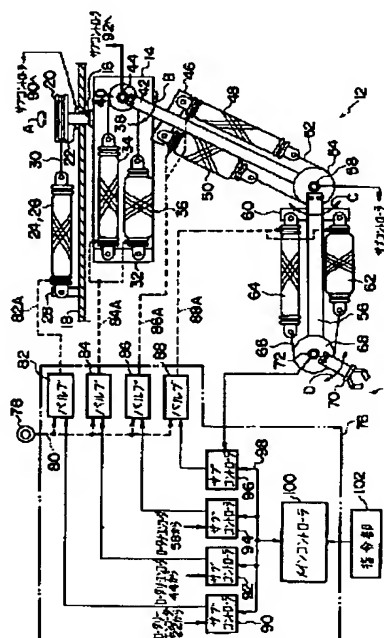
(21) Application number: **05133651**(71) Applicant: **BRIDGESTONE CORP**(22) Date of filing: **03 . 06 . 93**(72) Inventor: **NEGISHI KOICHI**(54) **MANIPULATOR DEVICE**

## (57) Abstract:

**PURPOSE:** To perform switching of operation by effecting rapid decision when an external force is applied on a manipulator body.

**CONSTITUTION:** Subcontrollers 90-96 are arranged corresponding to a base part 14, arms 42 and 56, and a hand part 70, which are the driven member of a manipulator body 12. A resilient contraction body coping with the situation so that the driven member is moved to a position responding to indication from a main controller 100 is controlled by each subcontroller. When it is decided based on the detecting results of rotary encoders 22, 44, 58, and 72 that an external force is exerted on the driven member, an interruption signal is outputted. Each subcontroller is indicated by the main controller 100 so that given operation is effected by the manipulator body 12. When an interruption signal is outputted, the subcontroller is indicated so that the manipulator body 12 is caused to perform operation different from operation before an interruption signal containing the stop of operation.

COPYRIGHT: (C)1994,JPO



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-344283

(43)公開日 平成6年(1994)12月20日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 2 5 J	13/08	Z		
	17/00	D	8611-3F	
	19/00	A	8611-3F	
		C	8611-3F	
F 1 5 B	11/16	Z	9026-3H	

審査請求 未請求 請求項の数1 OL (全 11 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平5-133651

(22)出願日 平成5年(1993)6月3日

(71)出願人 000005278

株式会社ブリヂストン

東京都中央区京橋1丁目10番1号

(72)発明者 根岸 公一

東京都小平市小川東町3-1-1

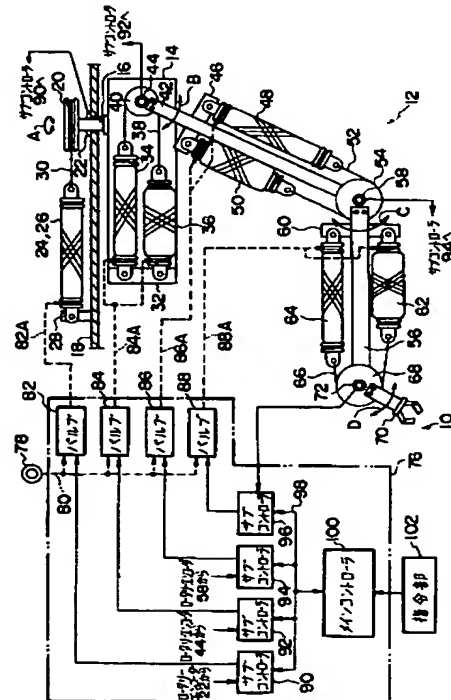
(74)代理人 弁理士 中島 淳 (外2名)

(54)【発明の名称】 マニピュレータ装置

(57)【要約】

【目的】 マニピュレータ本体に外力が加わった場合に、これを短時間で判断して動作を切替える。

【構成】 マニピュレータ本体12の被駆動部材としての基部14、アーム42、56、ハンド部70に対応してサブコントローラ90~96を設け、各サブコントローラでは被駆動部材がメインコントローラ100からの指示に応じた位置へ移動するように対応する弾性収縮体の伸縮を制御すると共に、各関節に設けられたロータリーエンコーダ22、44、58、72の検出結果に基づいて被駆動部材に外力が加わったと判断した場合に割込み信号を出力する。メインコントローラ100では、マニピュレータ本体12が所定の動作を行うように各サブコントローラに指示すると共に、前記割込み信号が出力された場合には、マニピュレータ本体12が動作の停止を含む割込み信号出力前と異なる動作を行うようにサブコントローラに指示する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の被駆動部材が連結部を介して移動可能に連結されて構成された被駆動部を備えると共に、内部に加圧流体が供給されることによって所定方向に沿って収縮力を発生する弾性収縮体が前記被駆動部材に対応して一対ずつ設けられて構成され、所定の弾性収縮体の対が前記所定方向に沿って伸縮されることにより前記所定の弾性収縮体の対に対応する被駆動部材が移動されるマニピュレータ本体と、被駆動部材に対応して設けられ、前記被駆動部材の位置または移動速度を検出する複数の検出手段と、被駆動部材に対応して設けられ、前記被駆動部材が入力された指示に応じた位置へ移動するように、対応する弾性収縮体への加圧流体の供給または弾性収縮体からの加圧流体の排出を制御すると共に、前記検出手段の検出結果に基づいて被駆動部材に外力が加わったか否かを判断し、外力が加わったと判断した場合に割込み信号を出力する複数の第1の制御手段と、前記マニピュレータ本体が所定の動作を行うように、前記第1の制御手段に被駆動部材を所定位置に移動させる指示を出力すると共に、第1の制御手段から割込み信号が出力された場合には、マニピュレータ本体が動作の停止を含む割込み信号出力前と異なる動作を行うように第1の制御手段に指示する第2の制御手段と、を有するマニピュレータ装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明はマニピュレータ装置に係り、特に、内部に加圧流体が供給されることによって所定方向に沿って収縮力を発生する弾性収縮体を用いて被駆動部を駆動するマニピュレータ装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 従来より、人間が行う各種の作業を補助したり、人間が入り込めない環境下での各種の作業に従事できるように、種々の構造のマニピュレータ（所謂ロボットハンド）が提案されている。マニピュレータは、一例として複数の被駆動部材が関節を介して回動可能に連結され先端にハンドが取付けられたアームと、被駆動部材に対応して設けられ被駆動部材を回動させる複数のアクチュエータと、で構成されたマニピュレータ本体を備えており、アクチュエータによって被駆動部材を関節を中心として回動させることによりマニピュレータ本体に所定の動作を行わせるようになっている。

【0003】 また、マニピュレータに用いることが好適なアクチュエータとして、本出願人によりゴムの伸縮を利用したアクチュエータ（以下、弾性収縮体という）も提案されている（一例として特開昭62-63080号公報参照）。

【0004】 ところで、マニピュレータでは安全等を考慮して、被駆動部材に外力が加わった場合に被駆動部材

の回動を停止させる必要がある。このため、各関節毎に被駆動部材の回動角度を検出するロータリーエンコーダ等の検出手段を設け、この検出手段を前記弾性収縮体の作動を制御する制御装置に接続している。制御装置では、弾性収縮体の伸縮量から求められる被駆動部材の回動角度と、検出手段によって検出される被駆動部材の実際回動角度と、に差があった場合に前記被駆動部材に外力が加わったと判断し、マニピュレータ本体の動作を停止させる等のように動作を切替えるようにしている。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、特に関節数の多いマニピュレータでは複数の被駆動部材を同時に回動させることが多いが、この場合には複数の弾性収縮体の伸縮を同時に制御する必要があると共に、被駆動部材に外力が加わったか否かを各々監視する必要がある。このため、制御装置における制御が煩雑になると共に制御装置に大きな負荷が加わるので、複数の被駆動部材のいずれかに外力が加わったとしてもこれを短時間で判断してマニピュレータ本体の動作を切替えることが難しいという問題があり、例えばマニピュレータ本体が壊れ易いワークに接触して作業を行う等の場合には前記ワークを破損させてしまうことがあった。

【0006】 本発明は上記事実を考慮して成されたもので、マニピュレータ本体に外力が加わった場合に、これを短時間で判断して動作を切替えることができるマニピュレータ装置を得ることが目的である。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するために本発明に係るマニピュレータ装置は、複数の被駆動部材が連結部を介して移動可能に連結されて構成された被駆動部を備えると共に、内部に加圧流体が供給されることによって所定方向に沿って収縮力を発生する弾性収縮体が前記被駆動部材に対応して一対ずつ設けられて構成され、所定の弾性収縮体の対が前記所定方向に沿って伸縮されることにより前記所定の弾性収縮体の対に対応する被駆動部材が移動されるマニピュレータ本体と、被駆動部材に対応して設けられ、前記被駆動部材の位置または移動速度を検出する複数の検出手段と、被駆動部材に対応して設けられ、前記被駆動部材が入力された指示に応じた位置へ移動するように、対応する弾性収縮体への加圧流体の供給または弾性収縮体からの加圧流体の排出を制御すると共に、前記検出手段の検出結果に基づいて被駆動部材に外力が加わったか否かを判断し、外力が加わったと判断した場合に割込み信号を出力する複数の第1の制御手段と、前記マニピュレータ本体が所定の動作を行うように、前記第1の制御手段に被駆動部材を所定位置に移動させる指示を出力すると共に、第1の制御手段から割込み信号が出力された場合には、マニピュレータ本体が動作の停止を含む割込み信号出力前と異なる動作を行うように第1の制御手段に指示する第2の制御手

段と、を有している。

#### 【0008】

【作用】本発明では、マニピュレータ本体の被駆動部材に対応して第1の制御手段を設けており、この第1の制御手段では、被駆動部材が入力された指示に応じた位置へ移動するように、対応する弾性収縮体への加圧流体の供給または弾性収縮体からの加圧流体の排出を制御すると共に、検出手段の検出結果に基づいて被駆動部材に外力が加わったか否かを判断し、外力が加わったと判断した場合に割込み信号を出力する。一方、第2の制御手段では、マニピュレータ本体が所定の動作を行うように第1の制御手段に被駆動部材を移動させる指示を出力すると共に、第1の制御手段から割込み信号が出力された場合にはマニピュレータ本体が動作の停止を含む割込み信号出力前と異なる動作を行うように第1の制御手段に指示する。

【0009】このように、本発明では被駆動部材に対応して第1の制御手段を設けており、例えばマニピュレータ本体が多数の被駆動部材から構成されている場合には第1の制御手段が多数設けられることになる。従って、前記マニピュレータ本体で多数の被駆動部材を同時に移動させる等の場合にも、第2の制御手段は第1の制御手段の各々へ指示を出力すればよく、複数の弾性収縮体を同時に制御することによって第2の制御手段に大きな負荷が加わることはない。

【0010】また、複数の被駆動部材に外力が加わった場合には、対応する第1の制御手段から割込み信号が出力され、第2の制御手段ではこの割込み信号に基づいてマニピュレータ本体が動作の停止を含む割込み信号出力前と異なる動作を行うように第1の制御手段に指示する。このように、被駆動部材に外力が加わったか否かの判断は対応する第1の制御手段で行われ、第2の制御手段では割込み信号が出力された場合に第1の制御手段への指示のみを行えばよいので、単一の制御手段で各被駆動部材に外力が加わったか否かを各々判断する必要がなく、マニピュレータ本体が多数の被駆動部材から構成されている場合であっても、該マニピュレータ本体に外力が加わった場合に、これを短時間で判断して動作を切替えることができる。

#### 【0011】

【実施例】以下、図面を参照して本発明の実施例を詳細に説明する。図1には本実施例に係るマニピュレータ装置10が示されている。マニピュレータ装置10のマニピュレータ本体12は基部14を備えており、基部14は、基部14に固着されたシャフト16及び室内の天板18に設けられた図示しない軸受を介して天板18に軸支されており、図1矢印A方向に沿って回転可能とされている。シャフト16は天板18を貫通しており、先端部にはプーリ20が取付けられている。シャフト16にはシャフト16の回転角度、すなわち位置を検出するロ

ータリーエンコーダ22が取付けられている。ロータリーエンコーダ22は制御ユニット76のサブコントローラ90に接続されており、検出結果をサブコントローラ90へ出力する。また、プーリ20が配設された部位の近傍には弾性収縮体24、26（なお図1では図1手前側の弾性収縮体24のみ図示）が配置されている。

【0012】弾性収縮体としては、例えば特公昭52-40378号に開示されたエアバッグタイプのものを適用することができる。このエアバッグタイプの弾性収縮体は、ゴムまたはゴム状弾性材料で構成される管状体の外周を、有機または無機質高張力繊維、例えば芳香族ポリアミド繊維の編組み補強構造によって被覆し、両端開口を閉鎖部材によって封止したものであり、閉塞部材に設けられた接続口を介して内部空洞に加圧流体が供給されることによって膨径変形し、軸線方向に沿って収縮力が発生するようになっている。弾性収縮体24、26の各々の一端は、天板18に固定されたブラケット28に連結されており、他端は線状部材30の端部に各々連結されている。線状部材30は中間部がプーリ20に巻掛けられている。

【0013】従って、弾性収縮体24、26の伸縮により線状部材30が移動されると、この移動に伴ってプーリ20及び基部14が図1矢印A方向に沿って回転される。なお、線状部材30としては可撓性を有し伸びの少ない合成樹脂製または金属製のロープ等が考えられるが、チェーンを用いることも可能であり、この場合には前記プーリ20に換えてスプロケットを用いればよい。

【0014】基部14にはブラケット32が取付けられており、このブラケット32には、前述の弾性収縮体24、26と同様の構成の弾性収縮体34、36の一端が連結されている。弾性収縮体34、36の他端は線状部材38の端部に各々連結されており、線状部材38の中間部は、基部14に回転可能に軸支されたプーリ40の外周に巻掛けられている。プーリ40にはアーム42の端部が取付けられている。従って弾性収縮体34、36の伸縮により線状部材38が移動されると、プーリ40及びアーム42が図1矢印B方向に沿って回転される。

【0015】また、プーリ40の回転軸にはプーリ40及びアーム42の回転角度（位置）を検出するロータリーエンコーダ44が取付けられている。ロータリーエンコーダ44は制御ユニット76のサブコントローラ92に接続されており、検出結果をサブコントローラ92へ出力する。

【0016】アーム42にはブラケット46が取付けられており、このブラケット46には弾性収縮体48、50の一端が連結されている。弾性収縮体48、50の他端は線状部材52の端部に各々連結されており、線状部材52の中間部は、アーム42の先端部に回転可能に軸支されたプーリ54の外周に巻掛けられている。プーリ54にはアーム56が取付けられている。従って、弾性

収縮体48、50の伸縮により線状部材52が移動されると、プーリ54及びアーム56は図1矢印C方向に沿って回転される。

【0017】また、プーリ54の回転軸にはプーリ54及びアーム56の回転角度（位置）を検出するロータリーエンコーダ58が取付けられている。ロータリーエンコーダ58は制御ユニット76のサブコントローラ94に接続されており、検出結果をサブコントローラ94へ出力する。

【0018】アーム56にはブラケット60が取付けられており、このブラケット60には弾性収縮体62、64の一端が連結されている。弾性収縮体62、64の他端は線状部材66の端部に各々連結されており、線状部材66の中間部は、アーム56の先端部に回転可能に軸支されたプーリ68の外周に巻掛けられている。プーリ68にはハンド部70が取付けられている。従って、弾性収縮体62、64の伸縮により線状部材66が移動されると、プーリ68及びハンド部70は図1矢印D方向に沿って回転される。

【0019】また、プーリ68の回転軸にはプーリ68及びハンド部70の回転角度（位置）を検出するロータリーエンコーダ72が取付けられている。ロータリーエンコーダ72は制御ユニット76のサブコントローラ96に接続されており、検出結果をサブコントローラ96へ出力する。ハンド部70は図示しない駆動手段に接続されており、この駆動手段によって駆動され図示しないワークを把持する把持動作を行う。

【0020】一方、操作圧力源としてのエアコンプレッサ78には加圧流体供給管路80が接続されている。加圧流体供給管路80は途中で4本に分岐されており、分岐された各々の管路はバルブユニット82、84、86、88に接続されている。バルブユニット88は図示しない4個の流量制御バルブを備えている。4個の流量制御バルブは管路88Aを介して弾性収縮体62または弾性収縮体64の内部と連通しており、各々弾性収縮体62への加圧流体の供給用、弾性収縮体62からの加圧流体の排出用、弾性収縮体64への加圧流体の供給用、弾性収縮体64からの加圧流体の排出用とされている。

【0021】例えばバルブユニット88の弾性収縮体62に対応する2個の流量制御バルブのうち、排出用のバルブを閉じ供給用のバルブを開くと、弾性収縮体62の内部空洞に加圧流体が導入され、弾性収縮体62が膨径変形して軸線方向に沿って収縮力が発生する。また排出用のバルブを開き供給用のバルブを閉じると、弾性収縮体62の内部の圧力が低下して前記発生された収縮力が低減される。バルブユニット88はサブコントローラ96に接続されており、サブコントローラ96から指示された圧力値に応じて各流量制御バルブを開閉させる。

【0022】また、バルブユニット82、84、86もバルブユニット88と同様に各々4個の流量制御バルブ

を備えている。バルブユニット82の各バルブは管路82Aを介して弾性収縮体24または弾性収縮体26の内部と連通しており、各々弾性収縮体24への加圧流体の供給用、弾性収縮体24からの加圧流体の排出用、弾性収縮体26への加圧流体の供給用、弾性収縮体26からの加圧流体の排出用とされている。バルブユニット82はサブコントローラ90に接続されており、サブコントローラ90から指示された圧力値に応じて各流量制御バルブを開閉させる。

10 【0023】バルブユニット84の各バルブは管路84Aを介して弾性収縮体34または弾性収縮体36の内部と連通しており、各々弾性収縮体34への加圧流体の供給用、弾性収縮体34からの加圧流体の排出用、弾性収縮体36への加圧流体の供給用、弾性収縮体36からの加圧流体の排出用とされている。バルブユニット84はサブコントローラ92に接続されており、サブコントローラ92から指示された圧力値に応じて各流量制御バルブを開閉させる。

20 【0024】さらに、バルブユニット86の各バルブは管路86Aを介して弾性収縮体48または弾性収縮体50の内部と連通しており、各々弾性収縮体48への加圧流体の供給用、弾性収縮体48からの加圧流体の排出用、弾性収縮体50への加圧流体の供給用、弾性収縮体50からの加圧流体の排出用とされている。バルブユニット86はサブコントローラ94に接続されており、サブコントローラ94から指示された圧力値に応じて各流量制御バルブを開閉させる。

30 【0025】サブコントローラ82、84、86、88は各々マイクロプロセッサ等を含んで構成されている。サブコントローラ82、84、86、88は、データバス、コントロールバス等で構成されるバス98を介してメインコントローラ100に各々接続されている。メインコントローラ100もマイクロプロセッサ等を含んで構成されており、前記バス98を介してサブコントローラ82、84、86、88の各々との間で通信を行うことができるようになっている。

40 【0026】また、メインコントローラ100には指令部102が接続されている。指令部102はオペレータからの指示等に応じて、マニピュレータ本体12の動作開始指令、ハンド部70の移動目標位置の指定等をメインコントローラ100へ出力する。メインコントローラ100では、指令部102からの前記指令、指定等に基づいて、サブコントローラ90、92、94、96へ被駆動部材、すなわち基部14、アーム42、56、ハンド部70を所定の目標位置へ移動させる指示を出力する。また指令部102は図示しない表示手段を備えており、メインコントローラ100からの報告に基づいてマニピュレータ本体12の動作結果（例えば動作が完了したか、途中で終了したか等）を表示する。

50 【0027】次に図2乃至図4のフローチャートを参照

して本実施例の作用を説明する。最初に、図2のフローチャートを参照して本実施例のサブコントローラ90、92、94、96における処理について説明する。なお、図2の処理はマニピュレータ装置10の電源が投入されると各サブコントローラで実行される。以下ではサブコントローラ94を例に説明する。

【0028】ステップ200ではメインコントローラ100から被駆動部材の駆動指示を受信したか否か判定する。後述するようにメインコントローラ100では、指令部102からマニピュレータ本体12の動作の開始の指令及びハンド部70の移動目標位置の指定が入力されると被駆動部材の各々の目標位置（角度 $\theta_1 \sim \theta_4$ ）を演算し、被駆動部材の駆動指示に前記求めた目標位置を付加して各サブコントローラへ送信する。従って、サブコントローラ94では、アーム56の目標位置 $\theta_3$ が付加された駆動指示を受信する。

【0029】ステップ200の判定が肯定された場合には、ステップ202でロータリーエンコーダ54からアーム56の現在位置 $\theta_x$ を取り込む。次のステップ204では、アーム56の駆動が不要であるか否か判定する。例えば目標位置 $\theta_3$ と現在位置 $\theta_x$ とが一致している場合には、ステップ204の判定が肯定されてステップ206へ移行し、バス98を介してメインコントローラ100へ駆動終了報告を送信する。

【0030】一方、ステップ204の判定が否定された場合には、ステップ208でアーム56を目標位置 $\theta_3$ へ向けて所定の回転速度で回転させるための弾性収縮体48、50内部の圧力値を求め、バルブユニット86に求めた圧力値を指示する。バルブユニット86では指示された圧力値に応じて流量制御バルブの開度を制御する。これに伴って、弾性収縮体48、50は、各々内部に加圧流体が供給されるかまたは内部から加圧流体が排出されることによって内部の圧力が前記圧力値に徐々に近づき、軸線方向に沿った寸法が徐々に収縮または伸長される。これにより、線状部材52が一定速度で移動されてプーリ54及びアーム56が一定速度で回転される。

【0031】次のステップ210ではロータリーエンコーダ54からアーム56の現在位置 $\theta_x$ を取り込む。ステップ212ではアーム56の目標位置 $\theta_3$ と現在位置 $\theta_x$ とを比較し、アーム56が目標位置に到達したか否か判定する。ステップ212の判定が否定された場合にはステップ214へ移行し、アーム56の駆動を開始してから経過時間及びアーム56の回転速度に基づいてアーム56が現在位置しているべき位置 $\theta_0$ を算出する。

【0032】ステップ216では算出した位置 $\theta_0$ と実際の位置 $\theta_x$ との差が所定値以上か否か判定する。ステップ216の判定も否定された場合には、ステップ218でメインコントローラ100から駆動停止指示を受信

したか否か判定する。ステップ218の判定も否定された場合にはステップ210へ戻り、ステップ212またはステップ216またはステップ218の判定が肯定されるまでステップ210～ステップ218の処理を繰り返す。

【0033】アーム56の駆動が外力等が加わることなく正常に行われた場合にはステップ212の判定が肯定され、ステップ220でメインコントローラ100へ駆動終了報告を送信する。これによりメインコントローラ100はアーム56の駆動が正常に終了したことを認識することができる。次のステップ222では、バルブユニット86の全ての流量制御バルブを閉じさせ、アーム54の駆動を停止させた後にステップ200へ戻る。

【0034】一方、アーム56に外力が加わった場合には、ステップ214で算出されるアーム56が位置している位置 $\theta_0$ と実際の位置 $\theta_x$ との差が所定値以上となり、ステップ216の判定が肯定される。なお、マニピュレータ本体12は空気圧によって被駆動部材を駆動するため、被駆動部材に外力が加わった場合の抵抗が小さく、外力を加えている原因である物体や人間を強く押圧したりすることなく前記差が所定値以上となり、ステップ216の判定が肯定される。

【0035】ステップ216の判定が肯定された場合には、ステップ224でメインコントローラ100へ割込み信号を送信し、ステップ222でアーム56の駆動を停止させてステップ200へ戻る。また、メインコントローラ100から駆動停止指示を受信した場合にはステップ218の判定が肯定され、ステップ222でアーム56の駆動を停止させてステップ200へ戻る。なお、上記処理はサブコントローラ90、92、96でも同様に行われ、各々で基部14、アーム42及びハンド部70の回転が同様に制御される。

【0036】このように、サブコントローラ90、92、94、96では対応する単一の被駆動部材に外力が加わったか否かを検出するのみであるので、被駆動部材に外力が加わったことを短時間で検出することができる。

【0037】次に図3のフローチャートを参照してメインコントローラ100における処理について説明する。なお、図3に示すルーチンはメインコントローラ100において繰り返し実行される。ステップ250では指令部102からマニピュレータ本体12の動作開始指令が入力されたか否か判定する。マニピュレータ本体12を動作させる場合、指令部102では前記動作開始指令と共にハンド部70の移動目標位置（例えばワークが存在する位置）を3次元座標で表して指定する。

【0038】指令部102から動作開始指令が入力されるとステップ250の判定が肯定されてステップ252へ移行し、入力されたハンド部70の移動目標位置の座標を関節座標径に変換し、ハンド部70を前記移動目標

位置に位置させるための基部14、アーム42、アーム56及びハンド部70の目標位置( $\theta_1$ 、 $\theta_2$ 、 $\theta_3$ 、 $\theta_4$ )を求める。次のステップ254では、サブコントローラ90、92、94、96へ順に、前記目標位置 $\theta_1 \sim \theta_4$ を付加して駆動指示を送信する。これにより、各サブコントローラでは前述のようにして被駆動部材を駆動させる。

【0039】ステップ256ではサブコントローラ90、92、94、96から各々駆動終了報告を受信したか否か判定する。前述のように、駆動終了報告は被駆動部材の駆動が正常に終了した場合にサブコントローラから送信される。全てのサブコントローラから駆動終了報告を受信するとステップ256の判定が肯定され、指令部102へマニピュレータ102の動作完了を報告して処理を終了する。

【0040】次に図4のフローチャートを参照してメインコントローラ100の割込みルーチンについて説明する。この割込みルーチンはサブコントローラ90、92、94、96のいずれかから割込み信号を受信すると実行される。割込み信号は、駆動指示、駆動終了報告等の通常の通信と比較して高い優先度が付与されている。マイクロプロセッサは複数の処理を同時に行うことはできない。このため、メインコントローラ100において駆動終了報告等を連続した受信した場合にはこれらの報告は一旦待ち行列に順次接続され、マイクロプロセッサでは待ち行列の先頭にある報告より順に取り出して処理を行う。しかしながら、割込み信号を受信した場合には、前述の高い優先度により、マイクロプロセッサがメインルーチンの処理を実行している途中であっても割込みがかかり、マイクロプロセッサは実行中の処理を中断して本割込みルーチンの処理を実行する。

【0041】割込みルーチンのステップ270では、割込み信号を出力したサブコントローラ以外のサブコントローラへ駆動停止指示を送信する。例えば、アーム56に外力が加わることで、サブコントローラ94でアーム56の駆動を停止して割込み信号を出力した場合には、サブコントローラ90、92、96へ駆動停止指示を送信する。これにより、前述のように既に駆動を停止している被駆動部材以外の被駆動部材(上記では基部14、アーム42及びハンド部70)についても駆動が停止され、マニピュレータ本体12の動作が停止される。

【0042】次のステップ272では、指令部102へ被駆動部材に外力が加わったことによってマニピュレータ本体102の動作を停止したことを報告する。さらにステップ274では図3に示すメインルーチンが先頭(ステップ250)から再度実行されるようにメインルーチンを起動し、本割込み処理を終了する。これによりメインコントローラ100は、再び指令部102からの指令を受付けることができる状態となる。

【0043】上述の処理により、指令部102、メイン

コントローラ100、サブコントローラ90、92、94、96間では図5に示すように通信が行われる。すなわち指令部102からの動作開始指令を受けて、メインコントローラ100ではサブコントローラ90、92、94、96へ駆動指示を各々出力する。マニピュレータ本体12の動作が被駆動部材のいずれにも外力が加わることなく完了した場合には、図5(A)に示すようにサブコントローラ90~96から終了報告を受信し、これを受けてメインコントローラ100では指令部102へ動作の完了を報告する。

【0044】一方、マニピュレータ本体12の動作中に被駆動部材のいずれかに外力が加わった場合には、図5(B)に示すように、外力が加わった被駆動部材に対応するサブコントローラ(図ではサブコントローラ94)から割込み信号が入力され、これを受けてメインコントローラ100では、サブコントローラ90、92、96へ駆動停止指示を送信してマニピュレータ本体12の動作を停止させると共に、指令部102へ動作を停止させたことを報告する。

【0045】このように、メインコントローラ100では基部14、アーム42、56及びハンド部70のいずれかに外力が加わると、割込み信号が入力されて割込みルーチンが起動され、マニピュレータ本体12の動作が停止するように指示を出力するのみでマニピュレータ本体12の動作を停止させる処理が完了するので、外力が加わってから短時間でマニピュレータ本体12の動作を停止させることができ、安全性が非常に高い。従って、本発明に係るマニピュレータ装置は医療、介護等のように高い安全性が要求される分野にも応用することができる。

【0046】また、上記のように被駆動部材に外力が加わった場合にマニピュレータ本体12の動作を停止させるように構成することにより、例として図6に示すように、マニピュレータ装置10によってブローブ104を先端部がワーク106の表面に接触する位置まで移動させる等の処理を容易に行うことができる。従来は、ブローブ104がワーク106に接触した後にさらに移動されることによってワーク106を押圧し、ブローブ104やワーク106が破損することを防止するために、ワーク106を予め定められた所定位置に正確に位置決めし、ブローブ104の移動目標位置としてワーク106の表面位置に対応する座標を正確に指定して、ブローブ104をワーク106の表面に接触した位置で停止させる必要があった。

【0047】しかしながら、本実施例に係るマニピュレータ装置10では、外力が加わったことを検出するとマニピュレータ本体12の動作を停止させるので、例えばハンド部70に取付けたブローブ104を待機位置から移動目標位置に移動させる途中にワーク106が存在するように移動目標位置を設定すれば、ブローブ104の



先端部がワーク106の表面に接触した状態で外力が加わってマニピュレータ本体12の動作が停止されることになる。このように、ワーク106の位置決め精度が低くワーク106の位置が図6の矢印E方向に沿って変動することがあるとしても影響を受けることがないので、周辺設備のコストを低減することが可能となる。また、前述のように外力が加わってから短時間でマニピュレータ本体12を停止させることができるので、プローブ104やワーク106が破損することもない。

【0048】なお、本実施例では被駆動部材に外力が加わりサブコントローラから割込み信号が出力された場合にマニピュレータ本体12の動作を停止させるようにしていたが、本発明はこれに限定されるものではなく、動作を停止させていたマニピュレータ本体12を割込み信号の出力に伴って動作させる等のように、マニピュレータ本体12が割込み信号が出力される前と異なる動作を行うように制御することができる。

【0049】例として図7に示すように、通常はマニピュレータ本体12がワークストック108にストックされたワーク110を取り出して図7に示す位置まで運搬するように制御し、作業員Aまたは作業員Bによってワーク110が揺さぶられることによって外力が加えられるか、またはマニピュレータ本体12の動作が阻止されるように外力が加えられて割込み信号が出力された場合に、ワーク110を離すように制御してもよい。これにより、命令入力装置等を新たに設けることなく人間とのコミュニケーションを図りながら作業を行うことも可能となる。

【0050】さらに、ワークストック108内に複数種類のワークが存在し、目的の種類ワークのみを取り出す作業を行う等の場合は、予め、マニピュレータ本体12が目的の種類以外のワークを取り出して運搬しているときには作業員Bがマニピュレータ本体12に外力を加える取決めをしておき、マニピュレータ本体12に外力が加わって割込み信号が出力された場合には、移動目標位置をストック108と異なる図示しないストックに変更し、運搬していたワークを前記ストック内へ運搬するように制御してもよい。

【0051】また、本実施例では被駆動部材が位置しているべき位置 $\theta_0$ を求め、ロータリーエンコーダによって検出された被駆動部材の実際の位置 $\theta_x$ とを比較することによって、被駆動部材に外力が加わったか否かを判断するようにしていたが、本発明はこれに限定されるものではなく、例えば検出手段の検出結果に基づいて被駆動部材の移動速度を判断し、移動速度が所定値以下となった場合に外力が加わったと判断するようにしてもよい。また、ハンド部が吸着パッドを含んで構成されており、吸着パッドがワークに接触する位置までハンド部を移動させる等の場合には、吸着パッドの吸着側の空気をポンプ等により吸引しながら移動させてもよい。この場

合には吸着パッドとワークとの距離が所定値以下になると、前記ポンプの吸引によって吸着パッドがワークへ向けて引き寄せられ、被駆動部材の移動速度が大きくなる。従って、被駆動部材の移動速度が所定値以上となった場合に外力（この場合は吸引力）が加わったと判断してマニピュレータ本体の動作を停止させればよい。

【0052】さらに、本実施例では被駆動部材としての基部14、アーム42、56及びハンド部70を、各々関節を中心として回動可能とし、被駆動部材の位置を検出する検出手段として、各関節部分にロータリーエンコーダ22、44、58、72を設けた例を説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、例えば被駆動部材が直線状に移動するように構成してもよい。この場合には検出手段としてリニアエンコーダ等を適用することができる。また、本実施例では被駆動部材の位置を検出するようにしていたが、移動速度を検出するようにしてもよい。

【0053】なお、本実施例ではメインコントローラ100及びサブコントローラ90、92、94、96を各々マイクロプロセッサを含んで構成していたが、本発明はこれに限定されるものではなく、より安価なシーケンサ等により構成することも可能である。

#### 【0054】

【発明の効果】以上説明したように本発明では、被駆動部材が入力された指示に応じた位置へ移動するように、対応する弾性収縮体への加圧流体の供給または弾性収縮体からの加圧流体の排出を制御すると共に、検出手段の検出結果に基づいて被駆動部材に外力が加わったか否かを判断し、外力が加わったと判断した場合に割込み信号を出力する第1の制御手段を被駆動部材に対応して設け、第2の制御手段では、マニピュレータ本体が所定の動作を行うように第1の制御手段に被駆動部材を移動させる指示を出力すると共に、第1の制御手段から割込み信号が出力された場合にはマニピュレータ本体が動作の停止を含む割込み信号出力前と異なる動作を行うように第1の制御手段に指示するようにしたので、マニピュレータ本体に外力が加わった場合に、これを短時間で判断して動作を切替えることができる、という優れた効果が得られる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本実施例に係るマニピュレータ装置の概略構成図である。

【図2】本実施例のサブコントローラの処理を説明するフローチャートである。

【図3】本実施例のメインコントローラのメインとなる処理を説明するフローチャートである。

【図4】メインコントローラの割込み処理を説明するフローチャートである。

【図5】(A)は被駆動部材に外力が加わらなかった場合、(B)は被駆動部材に外力が加わった場合に指令



部、メインコントローラ及び各サブコントローラ間で行われる通信を示すシーケンス図である。

【図6】本実施例に係るマニピュレータ装置によって行われる処理の例を説明する概略図である。

【図7】本実施例に係るマニピュレータ装置によって行われる処理の例を説明する概略図である。

【符号の説明】

- 10 マニピュレータ装置  
12 マニピュレータ本体  
14 基部（被駆動部材）

22、44、58、72 ロータリーエンコーダ（検出手段）

24、26、34、36、48、50、62、64 弾性収縮体

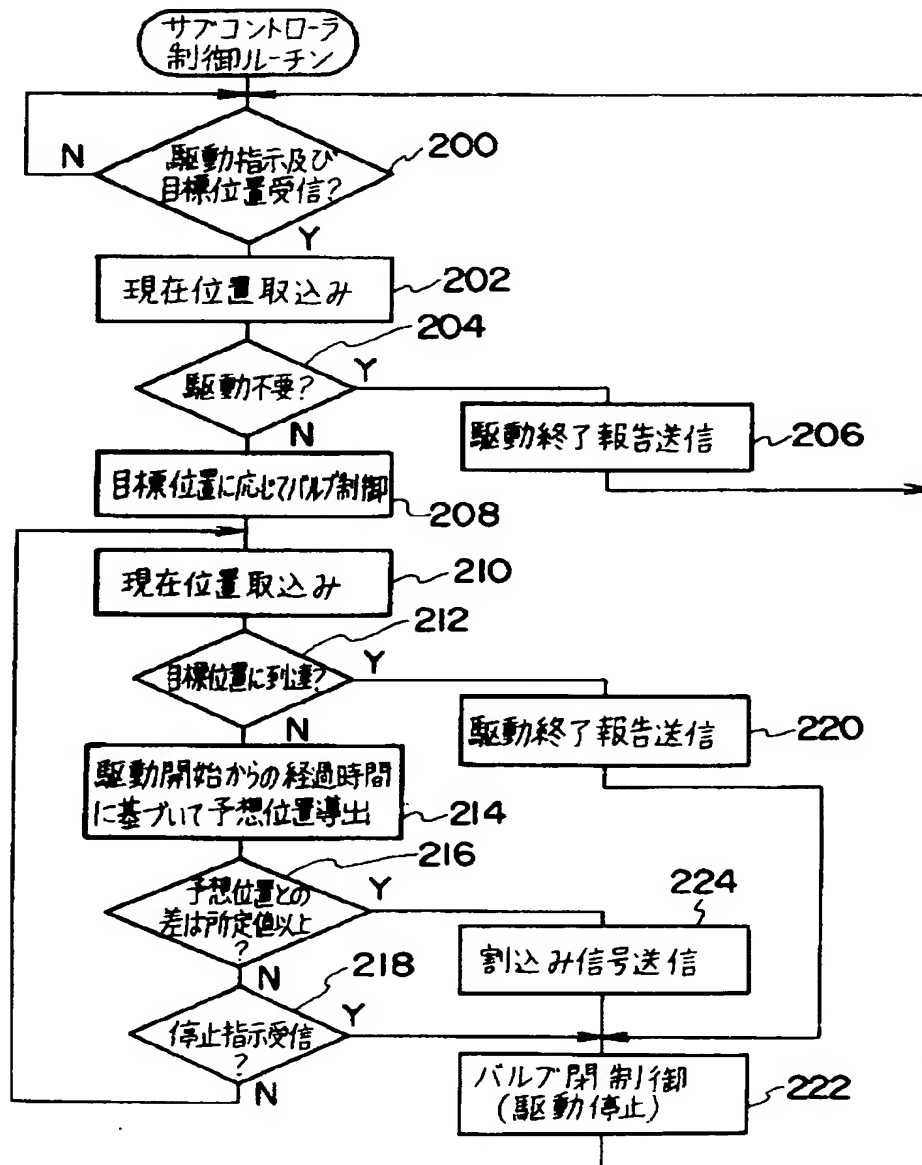
42、56 アーム（被駆動部材）

70 ハンド部（被駆動部材）

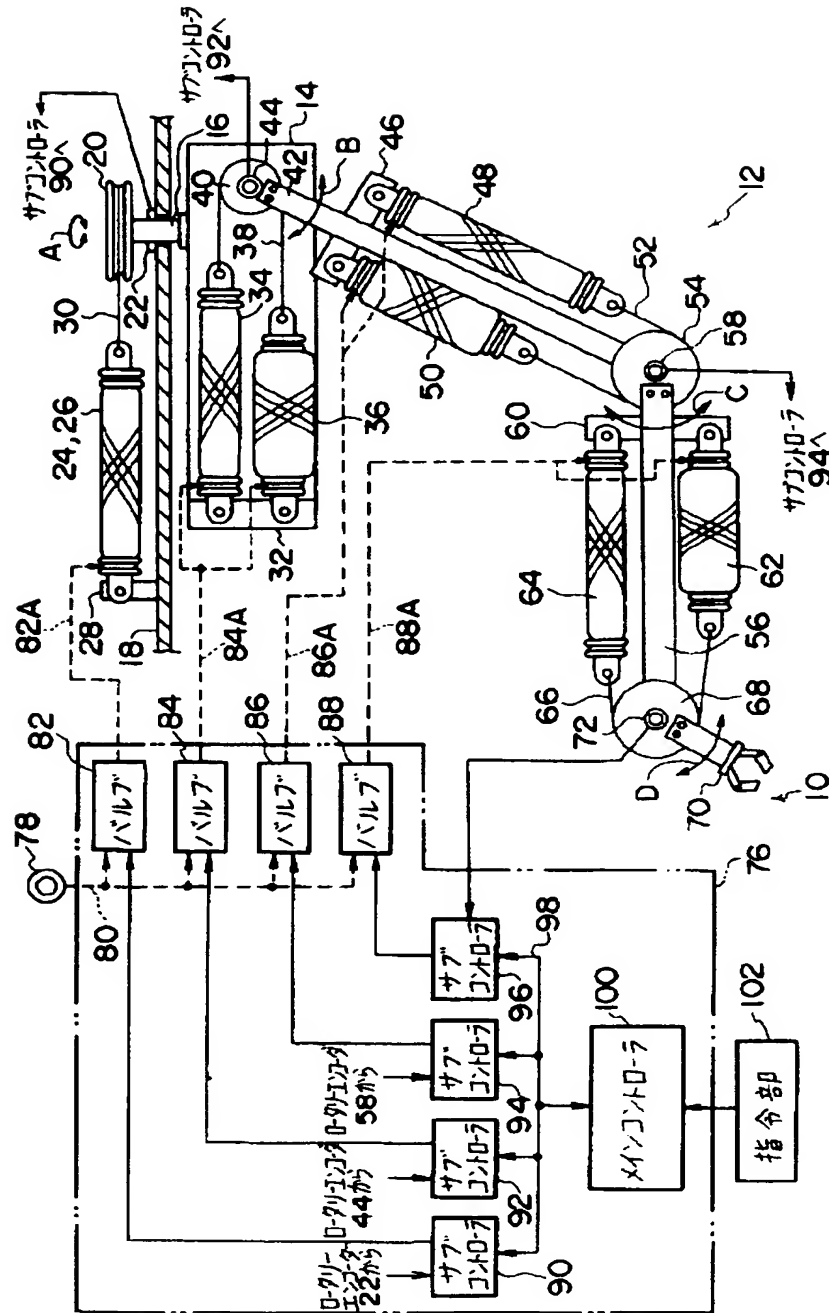
90、92、94、96 サブコントローラ（第1の制御手段）

100 メインコントローラ（第2の制御手段）

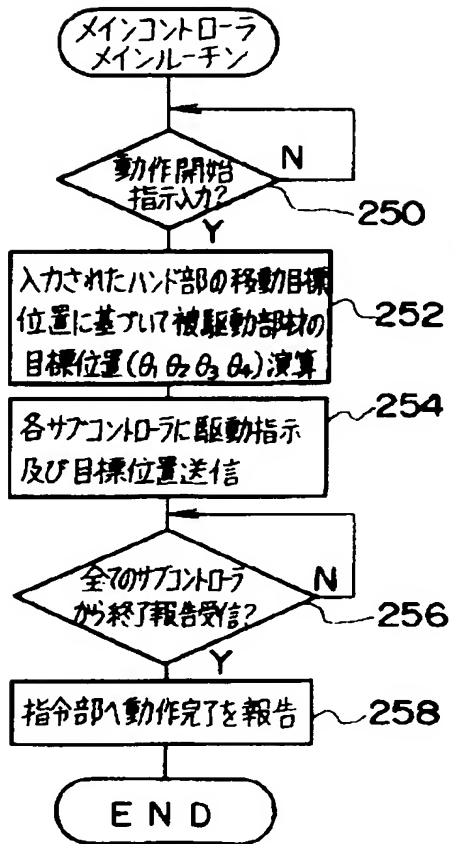
【図2】



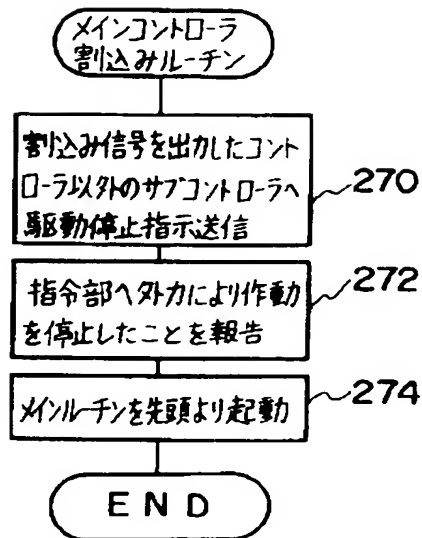
【図1】



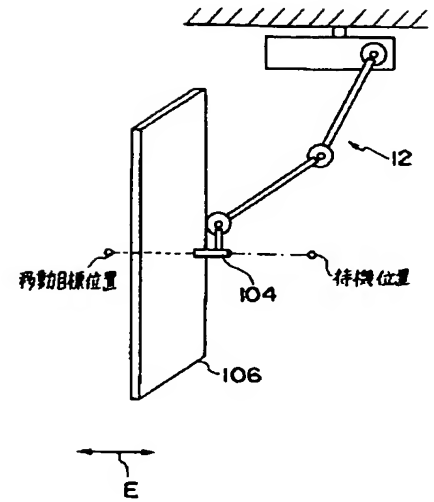
【図3】



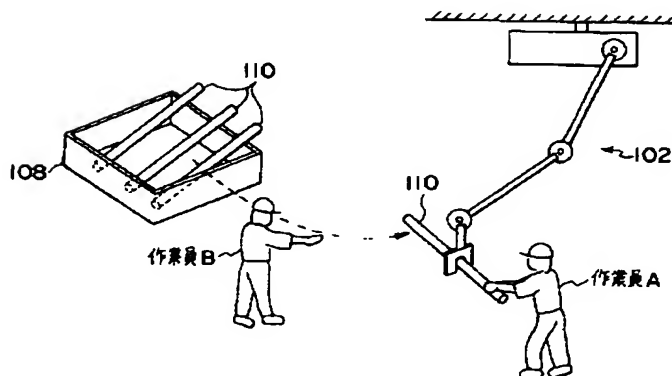
【図4】



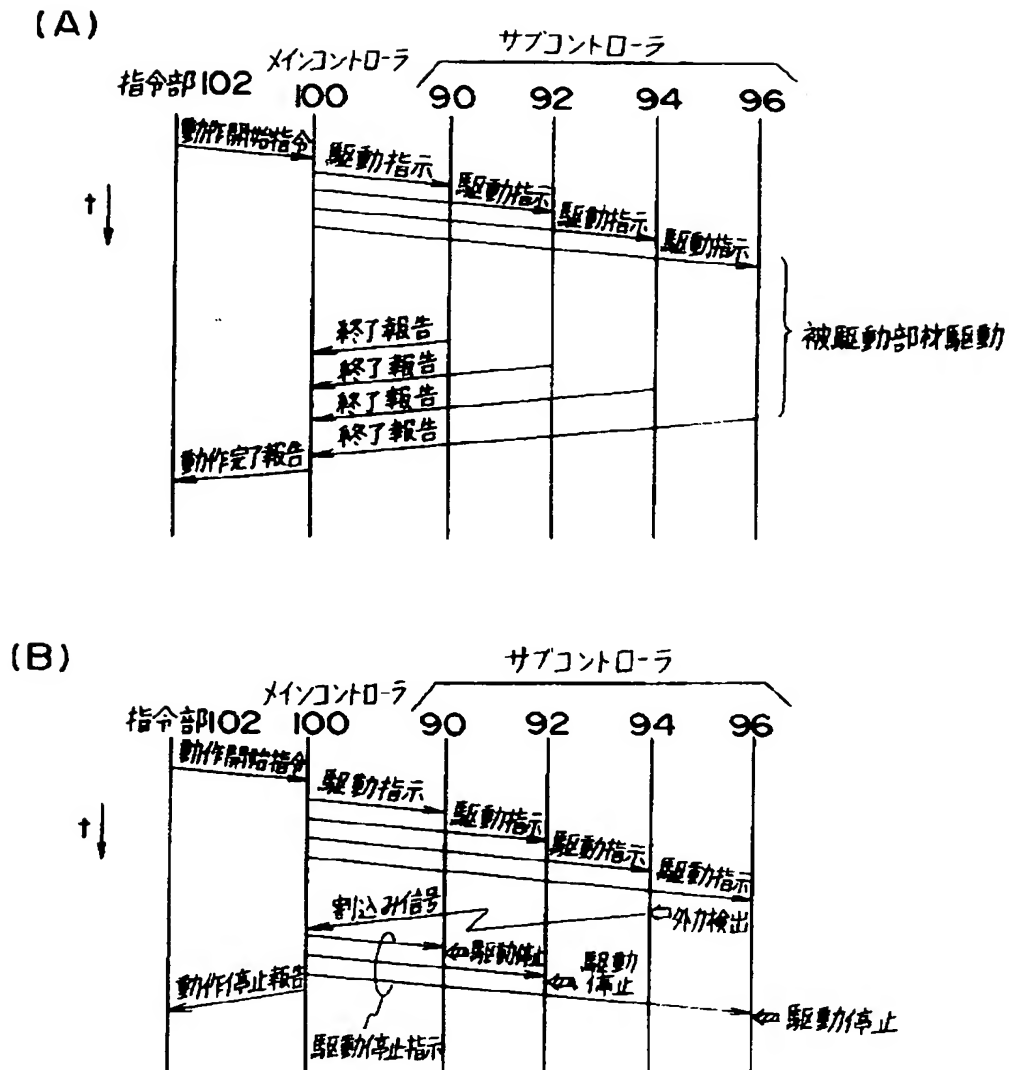
【図6】



【図7】



【図5】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.<sup>5</sup>

G 0 5 D 3/00

識別記号

庁内整理番号

D 9179-3H

F I

技術表示箇所